

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030085272 A
(43)Date of publication of application: 05.11.2003

(21)Application number: 1020020023625
(22)Date of filing: 30.04.2002

(71)Applicant: POSTECH FOUNDATION
(72)Inventor: JUNG, SEOK U
LEE, GYU CHEOL
PARK, WON IL

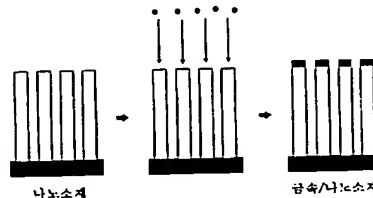
(51)Int. Cl B82B 3/00

(54) METAL/NANO-MATERIAL HETEROSTRUCTURE AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(57) Abstract:

PURPOSE: Provided is a metal/nano-material heterostructure, wherein a metal is deposited only at the tip of the nano-material, and an interface between the metal and the nano-material is distinct.

CONSTITUTION: The metal/nano-material heterostructure is produced by the method comprising the step of depositing the metal on the nano-material that is grown on a substrate orthogonally or unidirectionally. In particular, the nano-material is selected from the group consisting of ZnO, GaN, Si and InP, and the metal is selected from the group consisting of Au, Cu, Pt, Al, Mn, Fe, Co, Ni and an alloy thereof.



COPYRIGHT KIPO 2004

Legal Status

Date of final disposal of an application (20040819)

Patent registration number (1004556630000)

Date of registration (20041026)

Number of opposition against the grant of a patent ()

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

Number of trial against decision to refuse ()

Date of requesting trial against decision to refuse ()

Date of extinction of right ()

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. B82B 3/00	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2003-0085272 2003년11월05일
(21) 출원번호	10-2002-0023625	
(22) 출원일자	2002년04월30일	
(71) 출원인	학교법인 포항공과대학교 대한민국 790-330 경북 포항시 남구 효자동 산31번지	
(72) 발명자	이규철 대한민국 790-390 경상북도포항시남구지곡동756번지교수아파트9-2202 박원일 대한민국 790-784 경상북도포항시남구효자동산31포항공과대학교신소재공학과 정석우 대한민국 790-784 경상북도포항시남구효자동산31포항공과대학교신소재공학과	
(74) 대리인	오규환 장성구	
(77) 심사청구	있음	
(54) 출원명	금속/나노소재 이중접합구조체 및 이의 제조방법	

요약

본 발명은 금속/나노소재 이중접합구조체 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 기재 위에 수직 내지는 일방향으로 성장된 나노소재에 금속을 증착시키는 본 발명의 방법에 의하면, 나노소재의 팁(tip) 부위에 다양한 전극물질이 선택적으로 증착된, 금속/나노소재 이중접합구조체를 제조할 수 있으며, 본 발명에 따른 이중접합구조체는 나노 크기의 전자소자, 센서, 광소자, 자성소자 등에 이용될 수 있다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 금속/나노소재 이중접합구조체의 개략적인 제조도이고;

도 2a는 실시예에서 금속을 증착하기 전의 산화아연 나노막대의 주사전자현미경(SEM) 사진이고, 도 2b, 2c 및 2d는 각각 실시예에서 제조된, 금(Au), 구리(Cu) 및 백금(Pt)이 각각 증착된 산화아연 나노막대의 SEM 사진이고;

도 3은 실시예에서 제조된, 금, 구리 및 백금이 각각 증착된 산화아연 나노막대의 EDXA(Energy Dispersion type X-ray Analyzer) 분석 결과이며;

도 4a 및 4b는 실시예에서 제조된, 금 증착된 산화아연 나노막대의 저배율 투과전자현미경(TEM) 사진이고, 도 4c 및 4d는 상기 나노막대의 고배율 TEM 사진으로서 각각의 상단에 삽입된 사진은 산화아연 부분 및 금 부분 각각의 나노빔 회절(NBD) 패턴을 나타낸다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 나노소재의 팁(tip) 부위에 금속이 선택적으로 증착된, 금속/나노소재 이중접합구조체 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 상기 금속/나노소재 이중접합구조체는 나노 크기의 전자소자, 센서, 광소자, 자성소자 등에 이용될 수 있다.

소자의 크기가 작아지면서, 기존에 사용하던 식각기술과 같은 탑다운(top down) 방식의 한계가 드러남에 따라, 원자 또는 분자 수준에서 원하는 기능을 발휘하는 나노소재를 만들기 위한 쌓아가기(bottom up) 방식으로의 전환이 요구되었다. 쌓아가기 방식으로 나노소재를 제조하기 위해서는, 원하는 기능을 충족시켜 줄 수 있는 나노구조물을 단일 소재 안에 구현할 수 있는 기술개발이 필수적이다.

특히, 금속은 소자의 전극에 해당하는 부분으로 소자에 전류를 공급하는 매우 핵심적인 역할을 하고, 특정 반도체 위에 증착시 금속과 반도체 간의 일함수 차이에 따라 다양한 특성(예: 오믹(Ohmic) 특성, 쇼트키(Shottkey) 특성 등)를 나타내기 때문에, 나노소자 제조시 반도체 나노소재 위에 금속전극을 증착하는 것은 매우 중요하다. 또한, 반도체 위에 전이금속을 증착시킴으로써 전이금속의 고유한 자성특성을 이용한 자성소자의 제조가 가능하다.

이러한 관점에서, 금속 촉매를 이용하여 실리콘 나노선 및 금속성 탄소나노튜브의 이중접합구조체를 제조하여 쇼트키 소자에 이용한 예가 1999년 미국 하버드대의 리버(Liber) 교수 연구진에 의해 발표된 바 있다(문헌[Nature, 399, p48(1999)] 참조). 그러나, 상기 방법에 의하면, 금속 촉매를 어닐링(annealing)시켜 나노미터 크기의 액적(liquid droplet)을 만들고, 이를 이용하여 원료를 고용화한 후 석출시키면서 나노선을 연속적으로 합성하기 때문에, 합성 중에 미량의 금속 촉매가 실리콘/탄소나노튜브 계면이나 주위에 다량 함입되어 전기적 광학적 특성을 저하시킬 뿐만 아니라, 실리콘과 탄소나노튜브 사이에 뚜렷한 계면이 형성되지 않아 실용화가 어렵다는 문제를 갖는다.

2002년에 홍콩대학의 에스. 티. 리(S. T. Lee) 교수 연구진 또한 아크 임플란테이션(arc implantation)에 의해 실리콘 나노선에 금속을 증착시킨 후 고속열처리(rapid thermal annealing)하여 금속 규소화물이 증착된 실리콘 나노선을 형성한 바 있으나(문헌[Advanced Material, 14, No. 3, p218(2002)] 참조), 이 방법에서는, 실리콘 나노선 자체의 방향과 모양이 일정치 않고, 나노선 표면에 증착된 금속 규소화물 또한 덩어리 형태로 매우 불규칙하게 존재하여, 형성된 실리콘 나노선을 소자에 응용할 가능성은 거의 희박한 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 나노소재의 팁 부위에만 선택적으로 금속이 증착된 금속/나노소재 이중접합구조체 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해서 본 발명에서는, 기재 위에 수직 내지는 일방향으로 성장된 나노소재에 금속을 증착시키는 것을 포함하는, 금속/나노소재 이중접합구조체(heterostructure)의 제조방법을 제공한다.

본 발명에서는 또한, 상기 방법에 의해 제조된, 나노소재의 팁(tip) 부위에 금속이 증착된, 금속/나노소재 이중접합구조체를 제공한다.

이하 본 발명에 대하여 보다 상세히 설명한다.

본 발명에 따르면, 다양한 증착법을 이용하여, 기재 위에 수직 내지는 일방향, 바람직하게는 수직으로 성장된 나노소재에 금속을 증착시킴으로써 나노소재의 팁 부위에 금속이 선택적으로 증착된, 금속/나노소재 이중접합구조체를 제조할 수 있다. 본 발명에 따른 금속/나노소재 이중접합구조체의 개략적인 제조도를 도 1에 나타내었다.

본 발명에 사용가능한 나노소재는 수직 내지는 일방향으로 성장되어 있는 것이면 모든 종류의 나노소재가 사용가능하며, 그의 구체적인 종류로는 ZnO, GaN, Si 및 InP 등을 들 수 있다.

예를 들어, 산화아연의 경우에는, 아연-함유 유기금속과 산소-함유 기체 또는 산소-함유 유기물을 각각 반응기에 주입하고, 상압 이하의 압력 및 온도 200 내지 1,000℃의 반응조건 하에서 상기 반응물들을 화학반응시켜 유기금속 화학증착법에 의해 기재 상에 증착, 성장시킴으로써, 산화아연 나노선 또는 나노막대의 형태로 제조할 수 있다.

본 발명에 따른 유기금속 화학증착법에 의하면, 금속 촉매를 사용하지 않아 나노선 또는 나노막대의 팁 부위에 금속 촉매가 잔류할 가능성이 없고 나노선 또는 나노막대가 기재에 대해 수직으로 성장하고 그 두께와 길이가 균일하며 직경도 200nm 이하의 작은 범위, 바람직하게는 수 나노미터까지 작게 조절할 수 있어, 금속 증착을 통한 이중접합구조체의 제조가 훨씬 수월하다.

본 발명에 사용가능한 금속의 구체적인 예로는 금(Au), 구리(Cu), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금을 들 수 있다. 금속을 증착하는 방법으로는 통상적인 증착방법을 모두 사용할 수 있으며, 스퍼터링(sputtering), 열 또는 전자빔 증발법(thermal or e-beam evaporation), 펄스 레이저 증착법(pulse laser deposition), 분자 빔 증착법(Molecular beam epitaxy) 등과 같은 물리적인 성장 방법 뿐만 아니라, 화학증착법(CVD) 등과 같은 다양한 방법이 적용될 수 있다. 필요에 따라, 금속 증착된 나노소재를 열처리할 수 있다.

이러한 본 발명의 방법에 의하면, 나노소재의 팁 부위에 선택적으로 금속이 증착되고 금속과 나노소재 사이의 계면이 매우 뚜렷한, 금속/나노소재 이중접합구조체가 제조될 뿐만 아니라 다양한 금속의 증착이 가능하여, 제조된 이중접합구조체를 나노 크기의 전자소자, 센서, 광소자, 자성소자 등에 유용하게 이용할 수 있다.

이하, 본 발명을 하기 실시예에 의거하여 좀더 상세하게 설명하고자 한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 이들만으로 제한되는 것은 아니다.

실시예

통상적으로 사용되는 유기금속 화학증착 장치를 이용하여 Al₂O₃ 기재 위에 산화아연 나노막대를 성장시켰다. 반응물질로는 디에틸아연 및 O₂를 사용하였고, 운반기체로 아르곤을 사용하였다. 개별적인 라인을 통해 O₂ 및 디에틸아연 기체를 각각 반응기내로 주입하였으며, 이때 흐름 속도를 각각 20 내지 100sccm 및 1 내지 10sccm의 범위로 조절하였다. 반응기 내에서 상기 반응물질의 전구체를 화학반응시켜 기재 상에 산화아연 나노막대를 증착, 성장시켰다. 약 1시간에 걸쳐 나노막대의 성장이 진행되는 동안 반응기 내의 압력은 1 내지 100torr로, 온도는 200 내지 700℃로 유지하였다.

이어, 전자빔 증발법을 이용해 나노막대 위에 금, 구리 및 백금 각각이 10 내지 100nm의 두께가 될 때까지 증착을 수행하였다. 금속 증발을 위한 전자빔의 가속 전압과 발산 전류(emission current)는 각각 4-20 kV 및 40-400 mA이었으며, 금속 증착시 반응기의 압력은 10^{-5} mmHg 전후로, 기재의 온도는 상온으로 유지하였다.

금속을 증착하기 전의 산화아연 나노막대의 주사전자현미경(SEM) 사진을 도 2a에, 금, 구리 및 백금이 각각 증착된 산화아연 나노막대의 SEM 사진을 도 2b, 2c 및 2d에 각각 나타내었다. 도 2a 내지 2d로부터, 금속이 나노막대의 팁 위에 선택적으로 잘 증착되어 나노막대의 직경이나 형상에 큰 변화가 나타나지 않았음을 알 수 있다.

금, 구리 및 백금이 각각 증착된 산화아연 나노막대의 EDXA 분석 결과를 도 3에 나타내었는데, 증착을 수행한 각 금속 성분이 검출되었다.

금 증착된 산화아연 나노막대의 저배율 투과전자현미경(TEM) 사진을 도 4a 및 4b에, 상기 나노막대의 고배율 TEM 사진을 도 4c 및 4d에 나타내었으며, 산화아연 부분 및 금 부분 각각의 나노빙 회절(NBD) 패턴을 도 4c 및 4d의 상단에 각각 삽입하였다. 도 4a 및 4b로부터, 금이 산화아연 나노막대의 팁 끝에 선택적으로 증착되었음을 알 수 있으며, 도 4c 및 4d로부터, 산화아연과 금 사이의 계면이 매우 뚜렷하게 형성되어 있음을 알 수 있다. 또한, 도 4d의 나노빙 회절 패턴으로부터, 저온에서 증착시킨 금 또한 어느 정도 결정화되어 있어서 격자구조가 관측됨을 알 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 방법에 의하면, 나노소재의 팁 부위에 금속이 선택적으로 증착되고 금속과 나노소재 사이의 계면이 매우 뚜렷한, 금속/나노소재 이종접합구조체가 제조될 뿐만 아니라 다양한 금속의 증착이 가능하여, 제조된 이종접합구조체를 전자소자, 센서, 광소자, 자성소자 등의 다양한 나노소자에 유용하게 이용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기재 위에 수직 내지는 일방향으로 성장된 나노소재에 금속을 증착시키는 것을 포함하는, 금속/나노소재 이종접합구조체(heterostructure)의 제조방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

나노소재가 ZnO, GaN, Si 및 InP 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

나노소재가 ZnO이고, 이 ZnO가, 아연-함유 유기금속과 산소-함유 기체 또는 산소-함유 유기물을 각각 반응기에 주입하고, 상압 이하의 압력 및 온도 200 내지 1,000℃의 반응조건 하에서 상기 반응물들을 화학반응시켜 유기금속 화학증착법에 의해 기재 상에 증착, 성장된 나노선 또는 나노막대인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

금속이 금(Au), 구리(Cu), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

금속의 증착이 스퍼터링(sputtering), 열 또는 전자빔 증발법(thermal or e-beam evaporation), 펄스 레이저 증착법(pulse laser deposition), 분자 빔 증착법(Molecular beam epitaxy) 또는 화학증착법(CVD)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항의 방법에 따라 제조된, 나노소재의 팁(tip) 부위에 금속이 증착된, 금속/나노소재 이종접합구조체.

청구항 7.

제 6 항의 금속/나노소재 이종접합구조체가 사용된 나노소자.

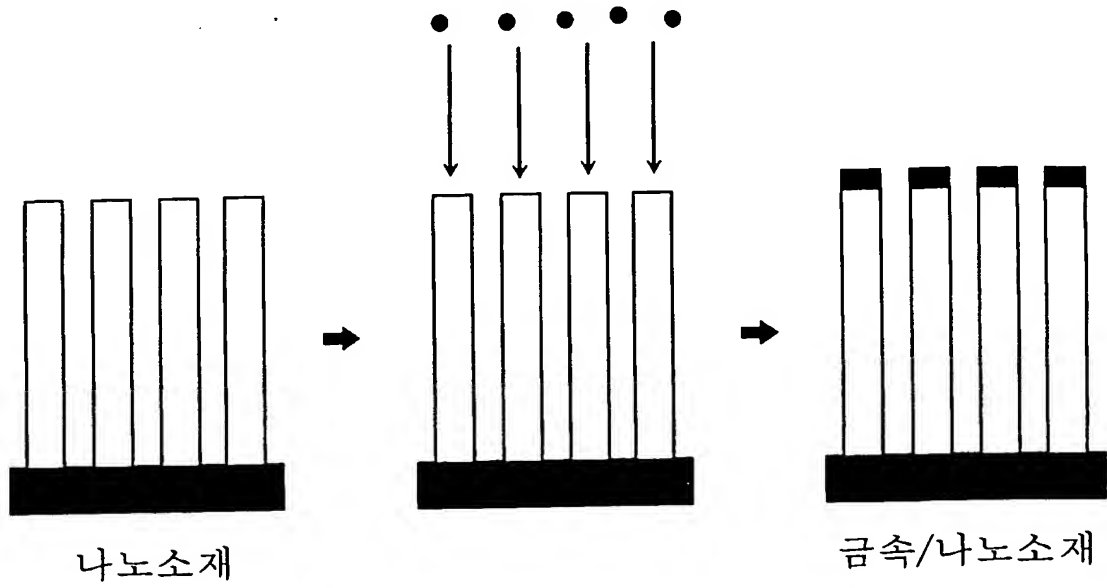
청구항 8.

제 7 항에 있어서,

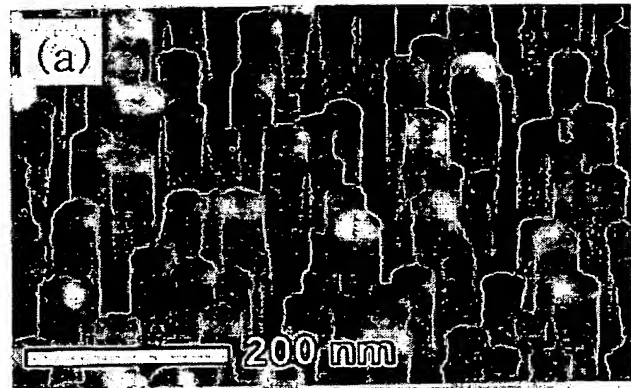
전자소자, 센서, 광소자 또는 자성소자임을 특징으로 하는 나노소자.

도면

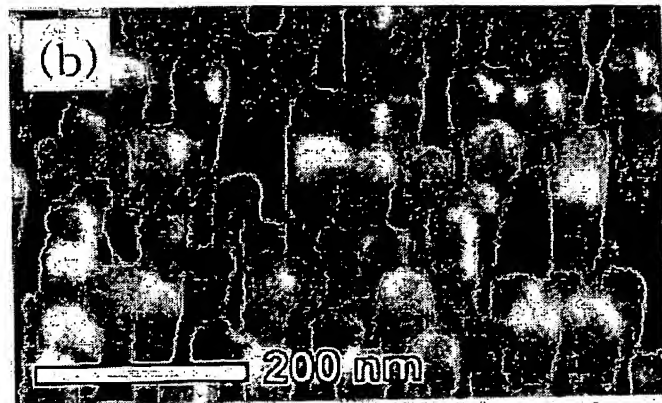
도면 1



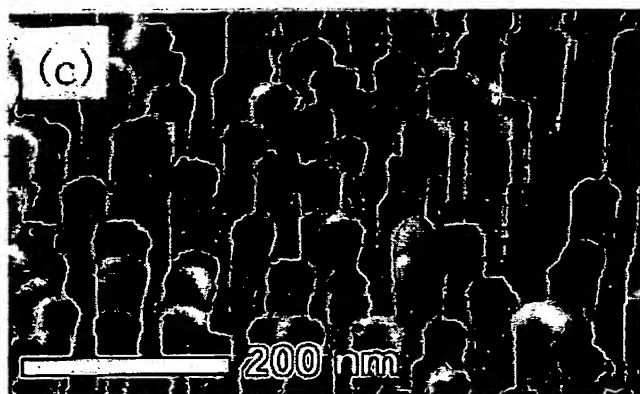
도면 2a



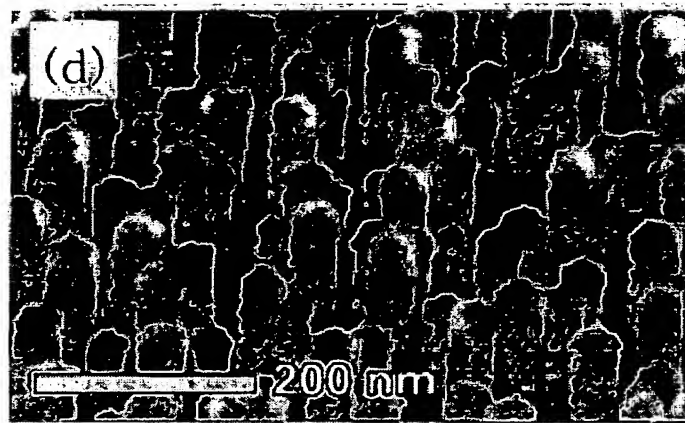
도면 2b



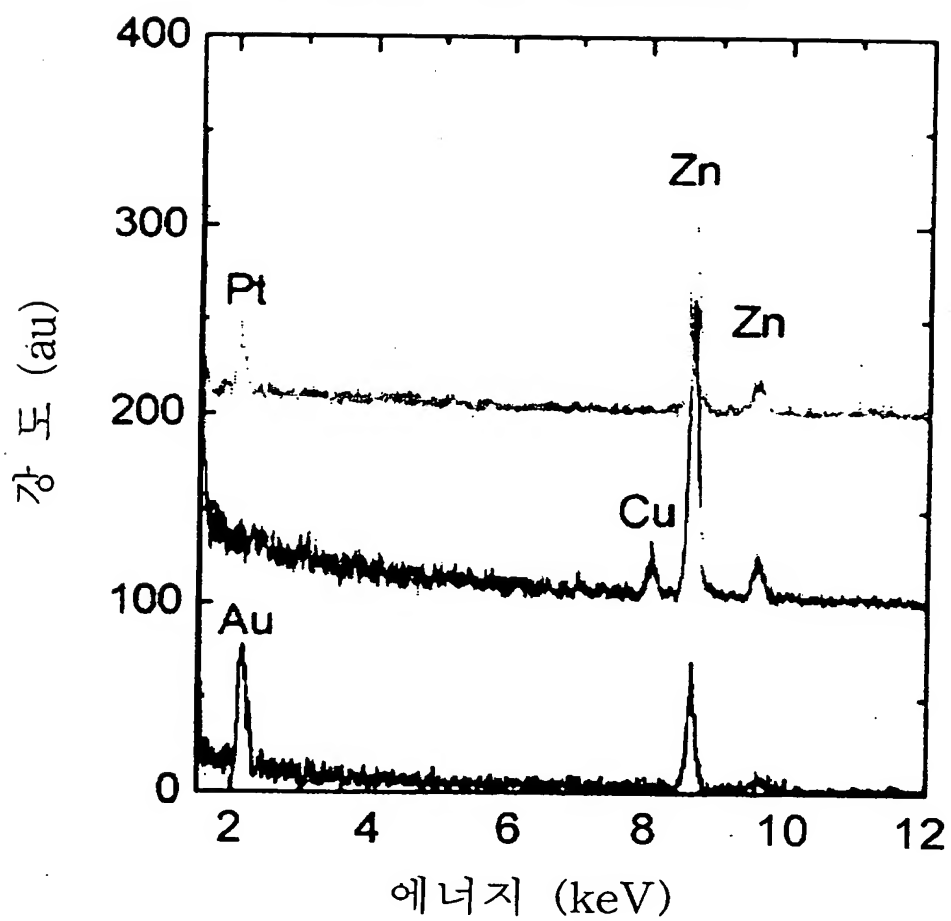
도면 2c



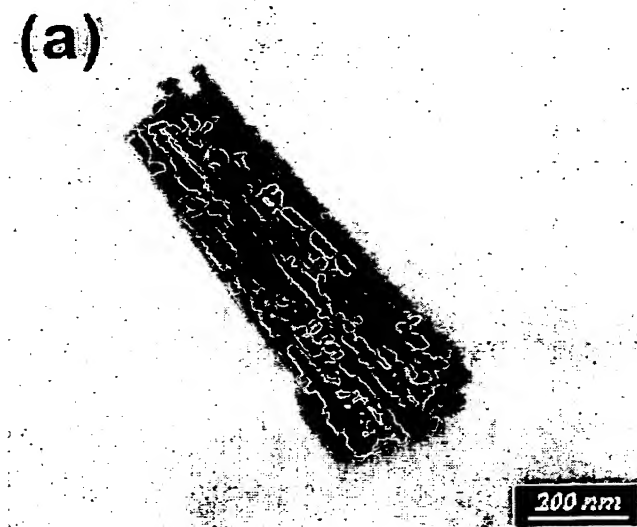
도면 2d



도면 3



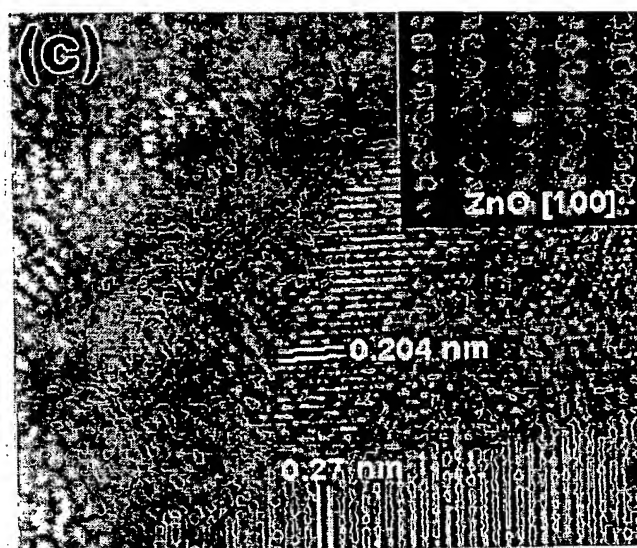
도면 4a



도면 4b



도면 4c



도면 4d

